



Trinkwasserversorgung

Quelle: deutschlandfunk.de

Quelle: dpa



in Zeiten des Klimawandels und Flächenverbrauchs

Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland



FRIENDS OF THE EARTH GERMANY



Kai Baudis
B.Sc. Wassermanagement
M.Eng. Umweltschutz

Stellv. Vorsitzender BUND
Baden-Württemberg

Quelle: deutschlandfunk.de

Quelle: dpa

Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland



FRIENDS OF THE EARTH GERMANY

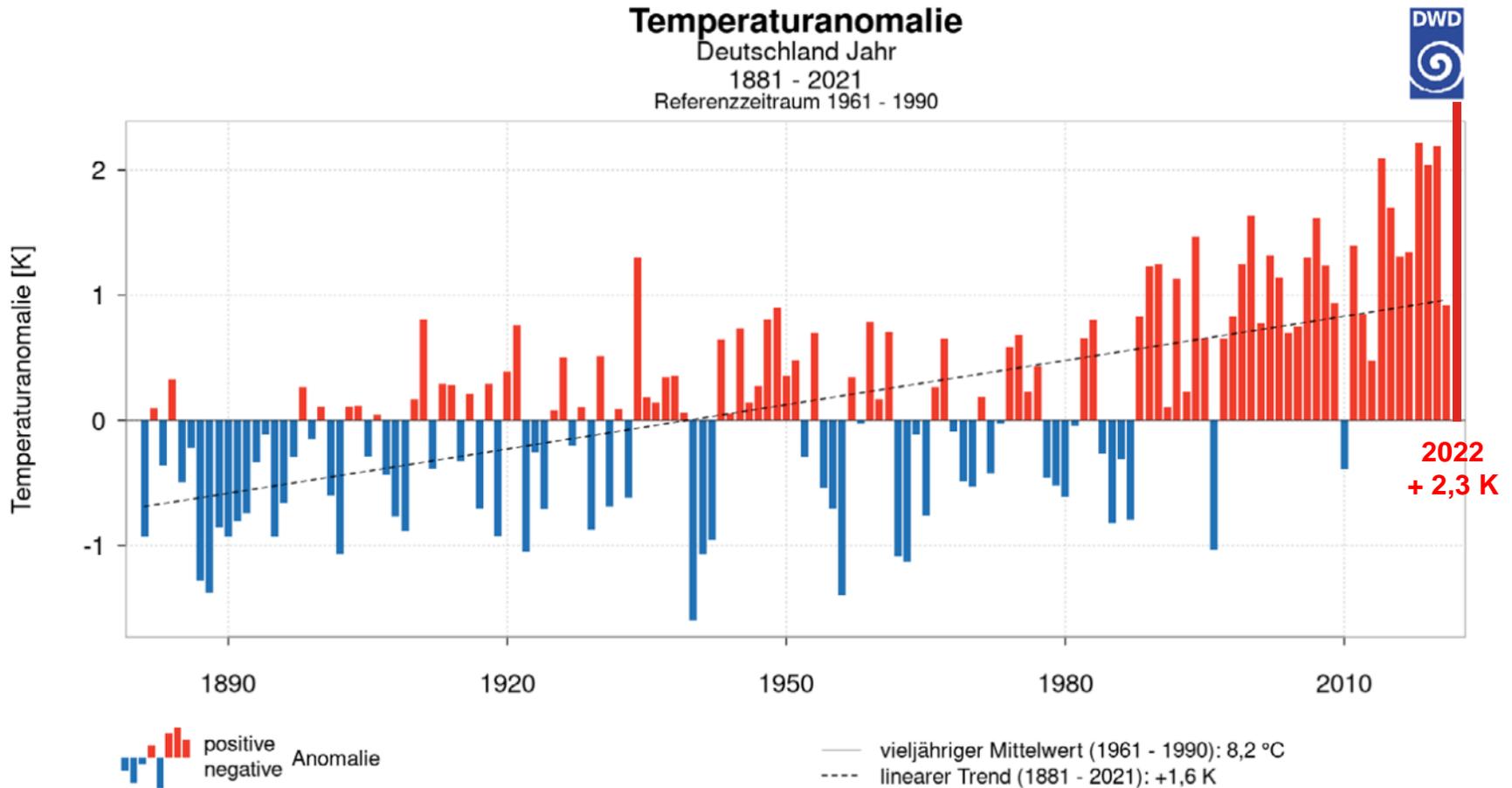
Grundlagen

- Grundlagen
 - Klimawandel
 - Wasserhaushalt
- Auswirkungen des Klimawandel auf Wasserhaushalt
- Auswirkungen des Flächenverbrauchs auf WHH
- Wasserversorgung: Probleme und Ausblick
- Fall Reisersweg



<https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/Trockene-Felder-Landwirte-fordern-mehr-Wasser-zur-Beregnung,trockenheit506.html>

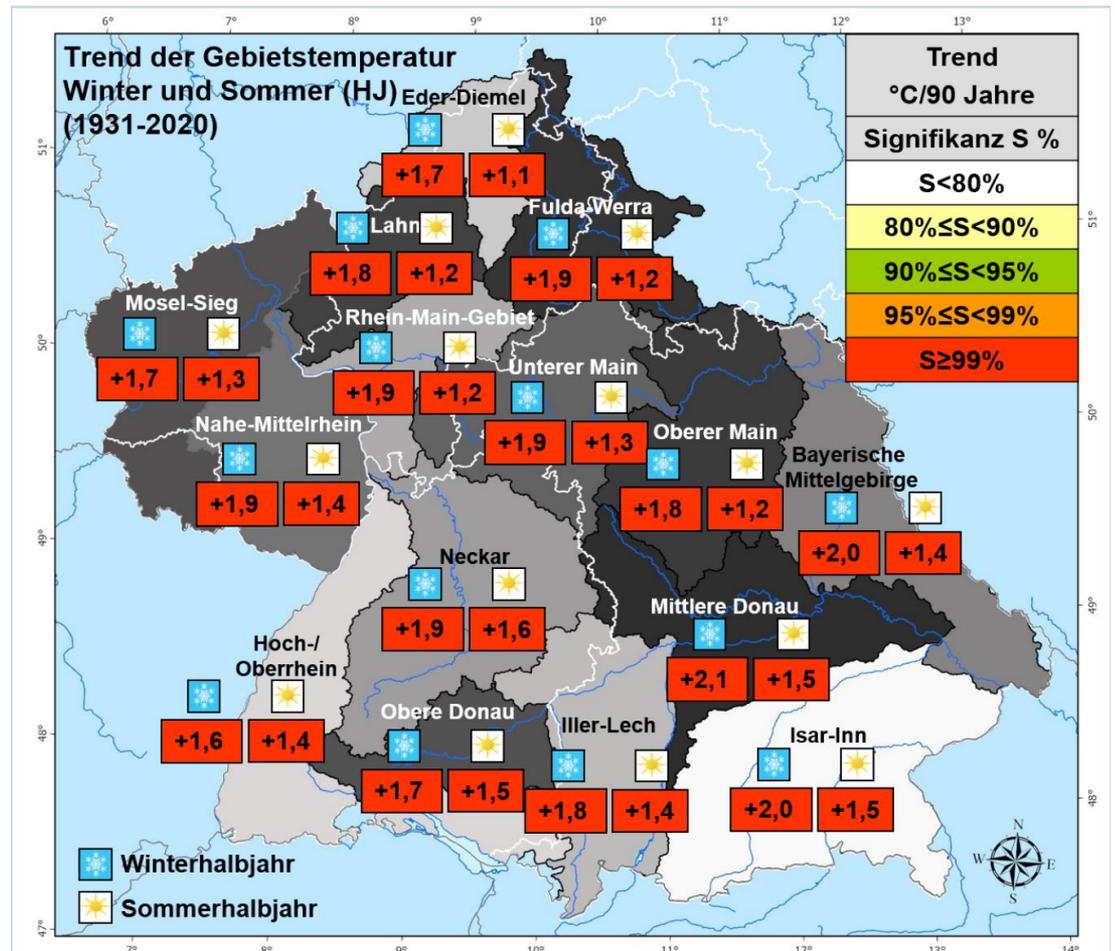
Grundlagen – Klimawandel



Quelle: KLIWA 2022 – Extreme meistern, Extremen begegnen

Grundlagen – Klimawandel

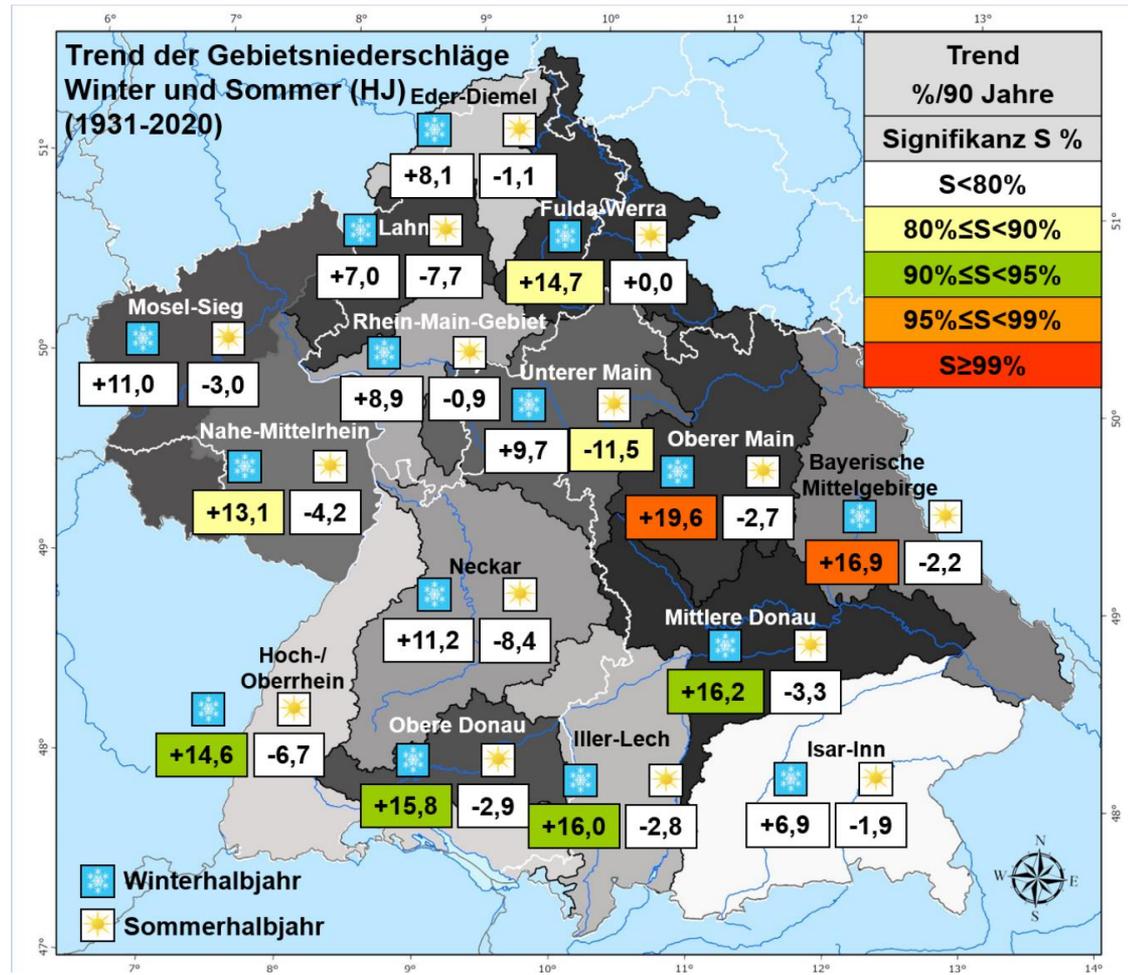
- BaWü: 1,5-Grad-Ziel (Klimakonferenz Paris 2015) bereits erreicht (vgl. mit Mittelwert 1850-1900)
 - Klimasachverständigenrat BaWü (März 2023): Bis 2040 plus 3 Grad K
 - +3 Grad K eigentlich erst für 2100 erwartet
- Klimawandel derzeit eher schneller als langsamer



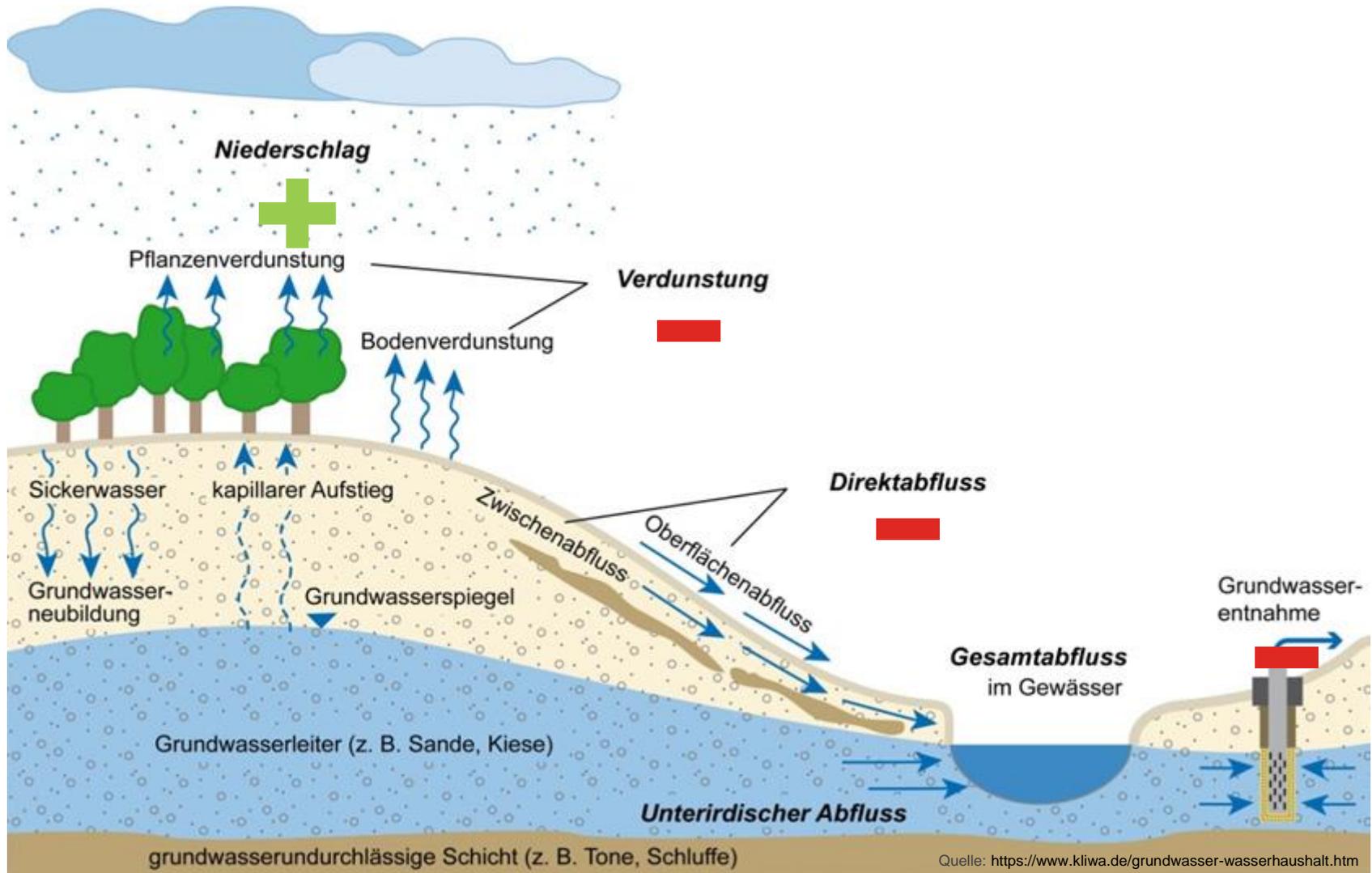
Quelle: KLIWA 2022 – Extreme meistern, Extremen begegnen

Grundlagen – Klimawandel

- Insgesamt: Leichter Rückgang Niederschläge
- Verschiebung der Niederschläge
 - Trockenere Sommerhalbjahre
 - Nassere Winterhalbjahre
- Mehr Extreme: Trockenheit, aber auch Starkregen, Hochwässer

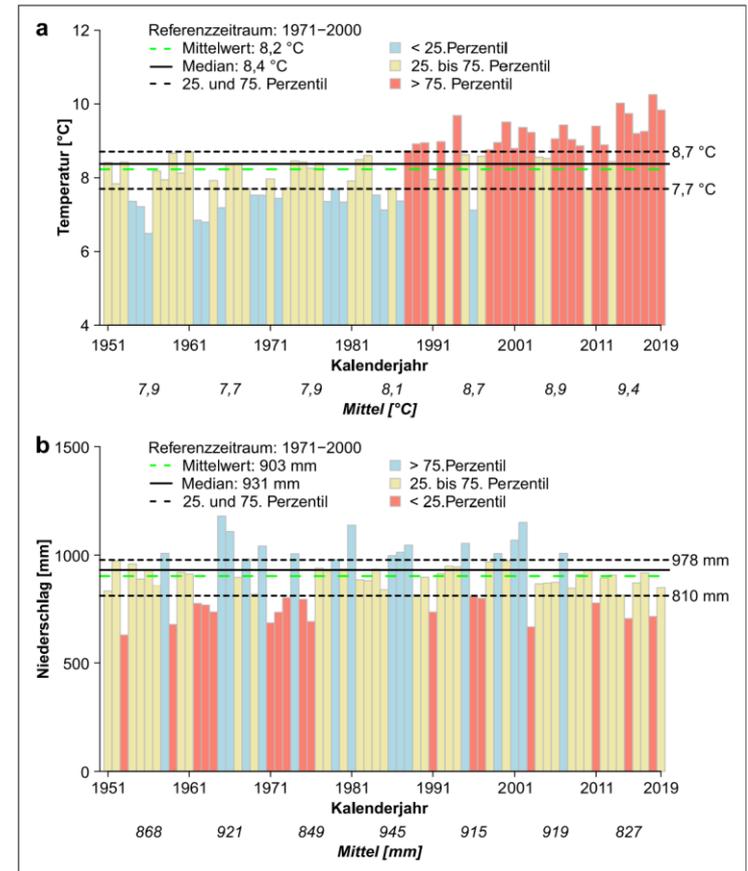


Grundlagen – Wasserkreislauf



Auswirkungen Klimawandel

- Höhere Temperaturen
 - höhere Verdunstung
- Weniger/„ungünstigere“ Niederschläge
 - Mehr Starkregen/Hochwässer
 - Mehr Trockenheit
 - Geringere Grundwasserneubildung



Quelle: Fliß et al (2021): Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasser und die Wasserversorgung in Süddeutschland

Auswirkungen Klimawandel

- Höhere Temperaturen → höhere Verdunstung
- Weniger/„ungünstigere“ Niederschläge
- Geringere Speicherkapazität des Bodens, höhere Abflüsse
 - Ausgetrocknete Böden: Wasser fließt oberflächlich ab
 - Gesunder Boden speichert mehr Wasser



Quelle: <https://www.scientificamerican.com/article/millions-of-groundwater-wells-could-run-dry/>

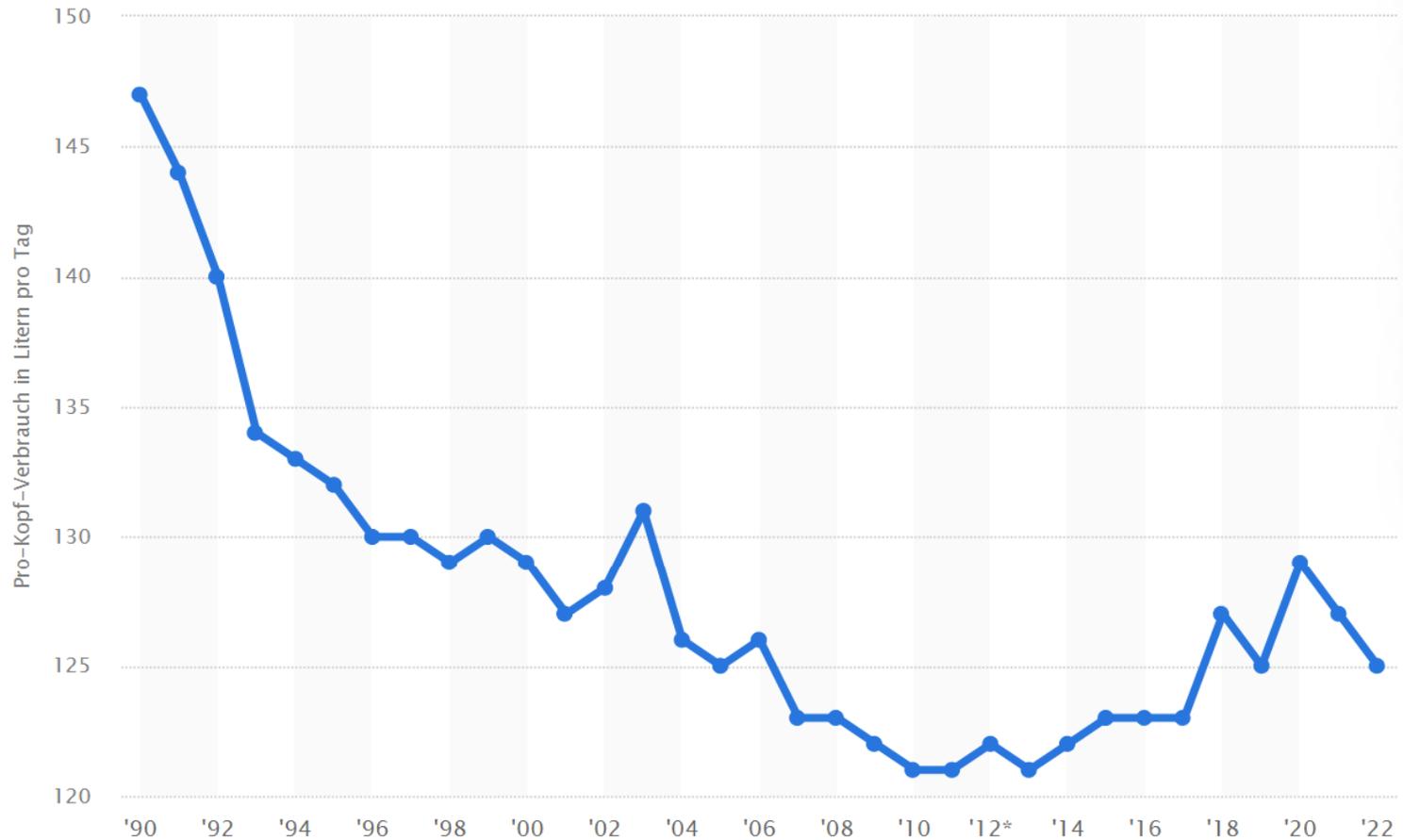
Auswirkungen Klimawandel

- Höhere Temperaturen → höhere Verdunstung
- Weniger/„ungünstigere“ Niederschläge
- Geringere Speicherkapazität des Bodens, höhere Abflüsse
- Anstieg des Wasserverbrauchs
 - Privathaushalte und Landwirtschaft



Quelle: <https://www.scientificamerican.com/article/millions-of-groundwater-wells-could-run-dry/>

Auswirkungen Klimawandel



<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12353/umfrage/wasserverbrauch-pro-einwohner-und-tag-seit-1990/>

Auswirkungen Klimawandel

- Höhere Temperaturen → höhere Verdunstung
- Weniger/„ungünstigere“ Niederschläge
- Geringere Speicherkapazität des Bodens, höhere Abflüsse
- Anstieg des Wasserverbrauchs
 - Privathaushalte und Landwirtschaft
 - Keine belastbaren Zahlen („Black Box“) zu Wasserverbrauch in der LWS:
Offiziell 2,2 %. Auffallend wenig: z. B. Dänemark 50 %, Frankreich 10 %)



<https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/Trockene-Felder-Landwirte-fordern-mehr-Wasser-zur-Beregnung,trockenheit506.html>

Auswirkungen Klimawandel

- Höhere Temperaturen → höhere Verdunstung
- Weniger/„ungünstigere“ Niederschläge
- Geringere Speicherkapazität des Bodens, höhere Abflüsse
- Anstieg des Wasserverbrauchs
 - Privathaushalte und Landwirtschaft
 - Keine belastbaren Zahlen („Black Box“) zu Wasserverbrauch in der LWS: Offiziell 2,2 %. Auffallend wenig: z. B. Dänemark 50 %, Frankreich 10 %)
 - Verbrauch in der LWS wird zunehmen



Quelle: [hykoer/stock.adobe.com](https://www.hykoer.com) via [agrarheute.com](https://www.agrarheute.com)

Auswirkungen Klimawandel

Trockene Felder: Landwirte fordern mehr Wasser zur Beregnung

Stand: 16.05.2022 20:45 Uhr

Die Trockenheit und ausbleibender Niederschlag machen Niedersachsens Landwirten Sorgen. Neue Strategien sollen jetzt helfen.

Quelle: ndr

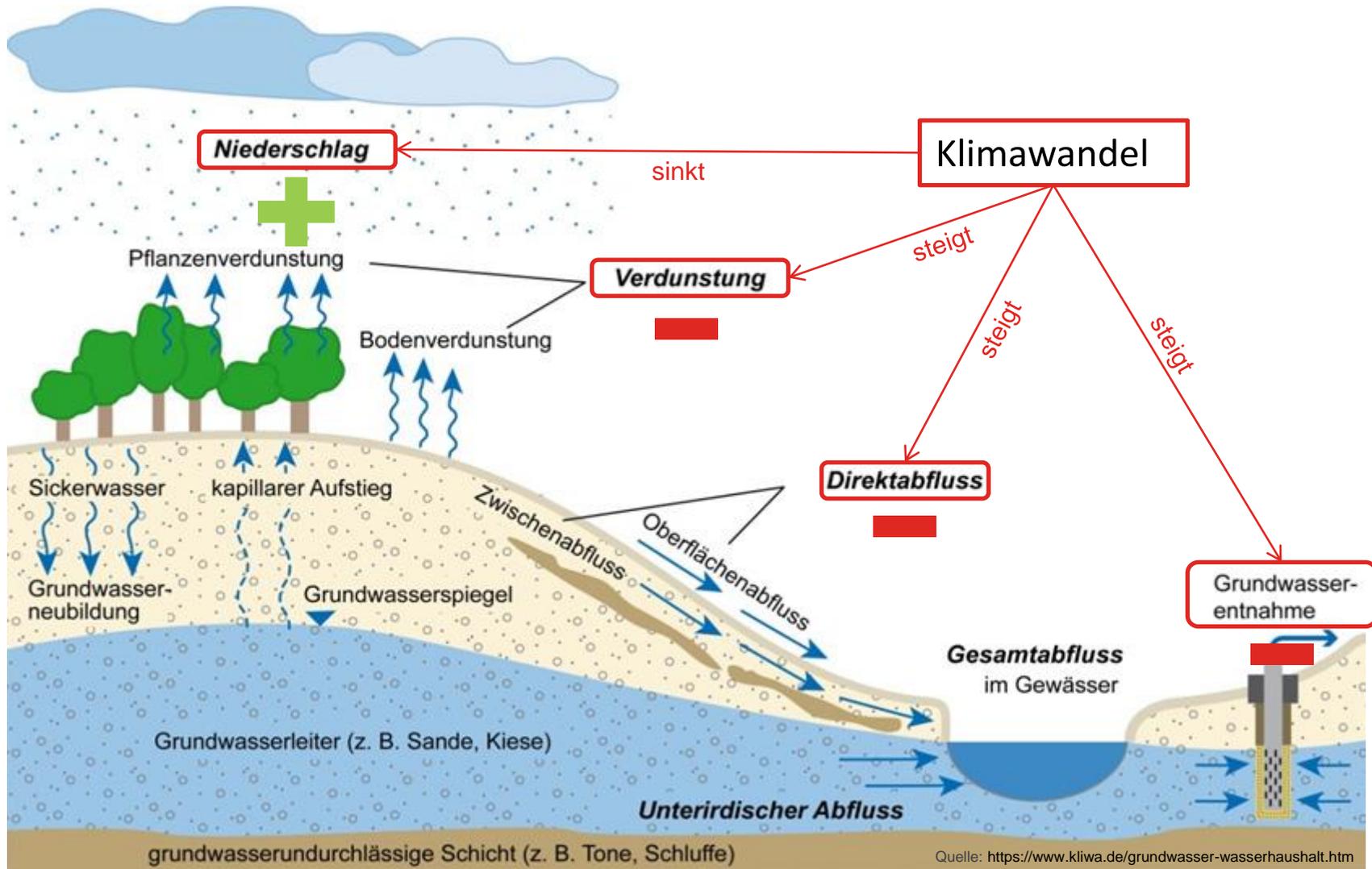
„Vorfahrt für die Lebensmittelerzeugung bei der Wassernutzung“ (PM Deutscher Bauernverband, 23.03.2023)

„Zu den Grundvoraussetzungen der Anpassung an den Klimawandel gehört die Sicherung von Wasserentnahmerechten für Landwirte, die Erschließung von Wasserquellen für Beregnung und Bewässerung ebenso wie die Erhaltung vorhandener Drainagesysteme.“

- Klimaanpassungsstrategie 2.0 des DBV (2019)

„Bauernpräsident Joachim Rukwied [...] fordert staatliche Zuschüsse für neue Bewässerungsanlagen“ (28.06.2023)
(<https://www.tagesschau.de/wirtschaft/landwirtschaft-klimawandel-bauerntag-muenster-100.html>)

Auswirkungen Klimawandel



Auswirkungen Flächenverbrauch



Auswirkungen Flächenverbrauch

Pforzheim 1968 + heute



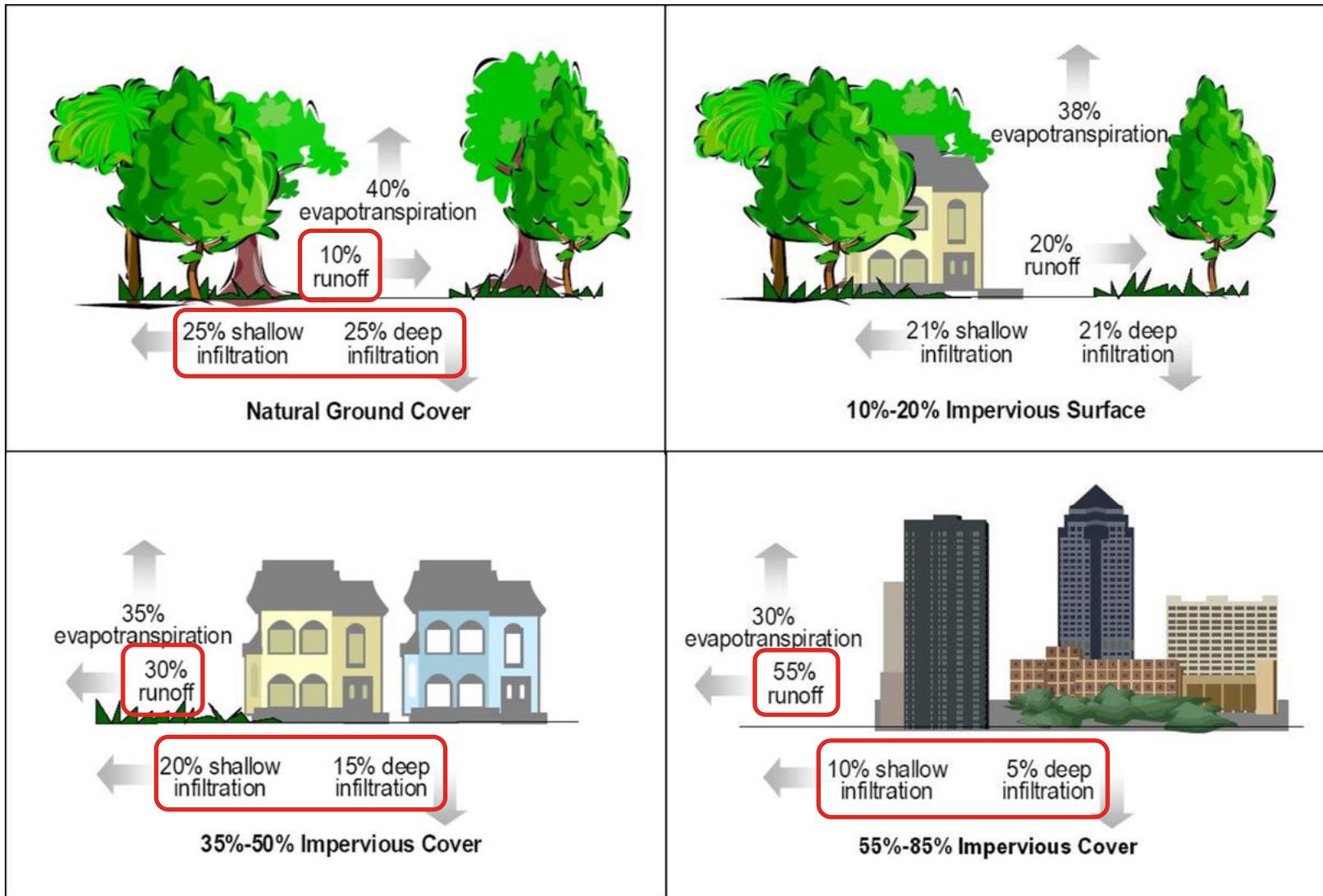
<https://www.leo-bw.de/kartenvergleich>

Auswirkungen Flächenverbrauch

- Ca. 15 % Siedlungs- und Verkehrsfläche
- 1992 noch „nur“ 11,5 %
- Regional große Unterschiede:
 - LKR Ludwigsburg über 25 % SuV
 - LKR Enzkreis 17,5 % SuV
 - SKR Stuttgart ca. 52 % SuV
- Erhebliche Auswirkungen auf Wasserhaushalt

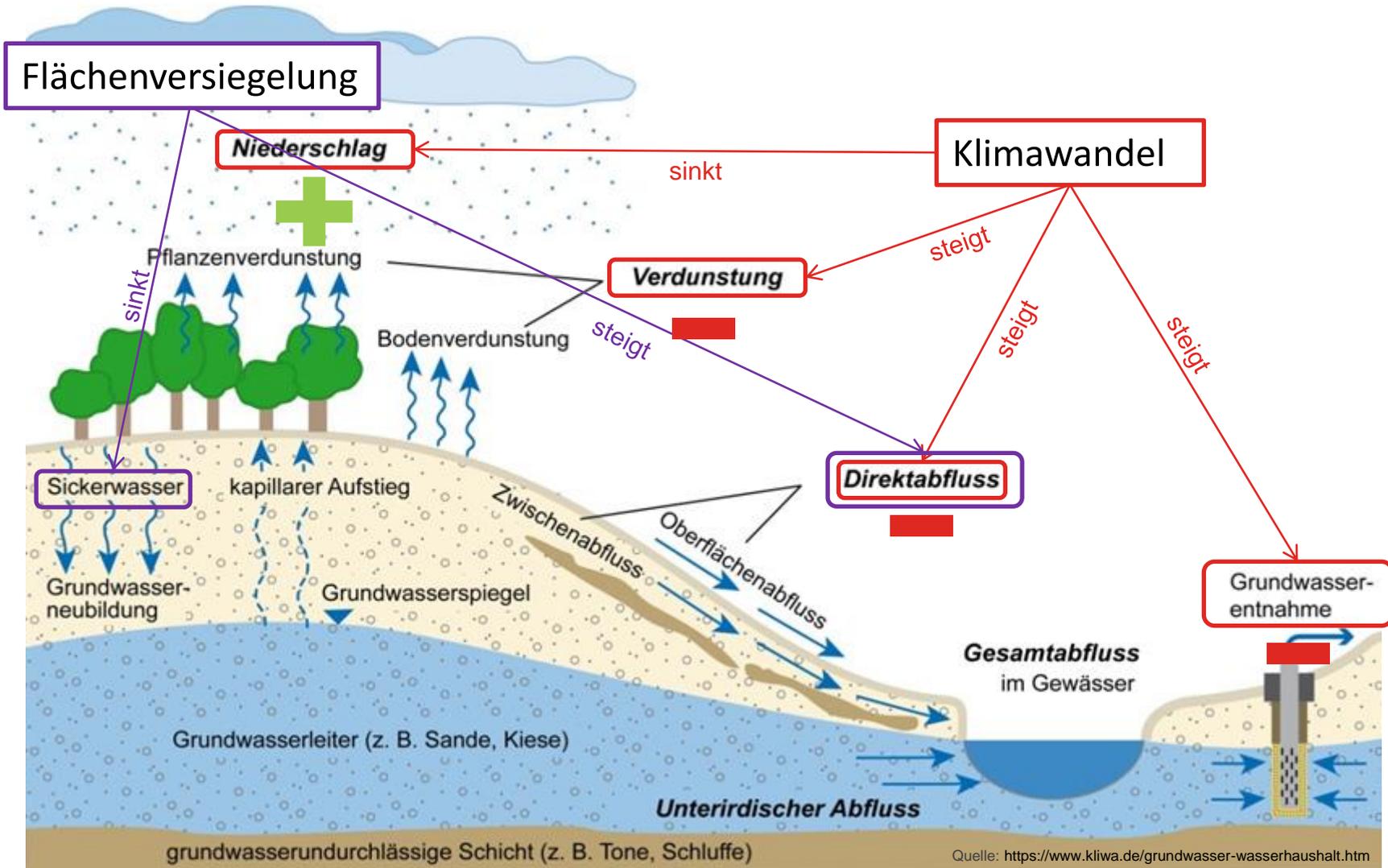


Auswirkungen Flächenverbrauch



Quelle: Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG) (1998)

Auswirkungen Flächenverbrauch



Quelle: <https://www.kliwa.de/grundwasser-wasserhaushalt.htm>

Volksbegehren Flächenverbrauch



**WOZU
BLUMENWIESEN,
WENN MAN
PARKPLÄTZE HABEN
KANN?!**

Der ausufernde Flächenfraß gefährdet Natur, Landwirtschaft und Lebensqualität.
Unterstützen Sie unseren Volksantrag mit Ihrer Unterschrift und setzen Sie ein
Zeichen gegen ungezügelter Flächenverbrauch in Baden-Württemberg.
www.laendle-leben-lassen.de

**LÄNDLE
LEBEN
LASSEN**
Flächenfraß stoppen

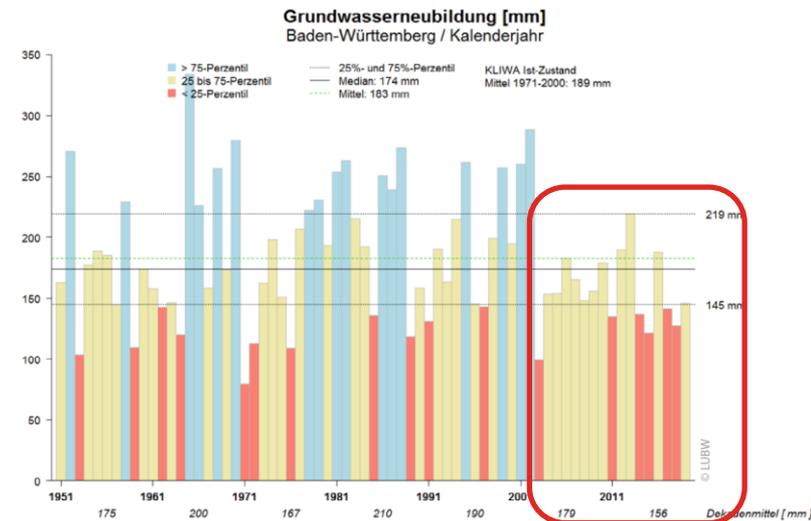
NABU-Stiftung / Christiane Wankler

Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft e.V. (ABL), Arbeitsgemeinschaft der Naturfreunde Baden-Württemberg e.V. (ANF),
 Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau Baden-Württemberg e.V. (AÖL), Badischer Landwirtschaftlicher Hauptverband e.V. (BLHV), Berufsverband der Landschaftsökologen
 Baden-Württemberg e.V. (BÖL), Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland Landesverband Baden-Württemberg e.V. (BUND), Bundesrat des Baden-Nachwuchs (BNW),
 Fridays For Future Baden-Württemberg (FFF), Landesbauernverband in Baden-Württemberg e.V. (LBV), Landesfachverband Baden-Württemberg e.V. (LFV),
 Landesjugendverband Baden-Württemberg e.V. (LJV), Landesnaturschutzverband Baden-Württemberg e.V. (LNV), Landesverband Baden-Württemberg des Deutschen Alpenvereins e.V. (DAV),
 Naturschutzbund Deutschland Landesverband Baden-Württemberg e.V. (NABU), Schwäbischer Alverein e.V. (SAV), Schwarzweidverein e.V. (SWV)



Auswirkungen auf die Wasserversorgung

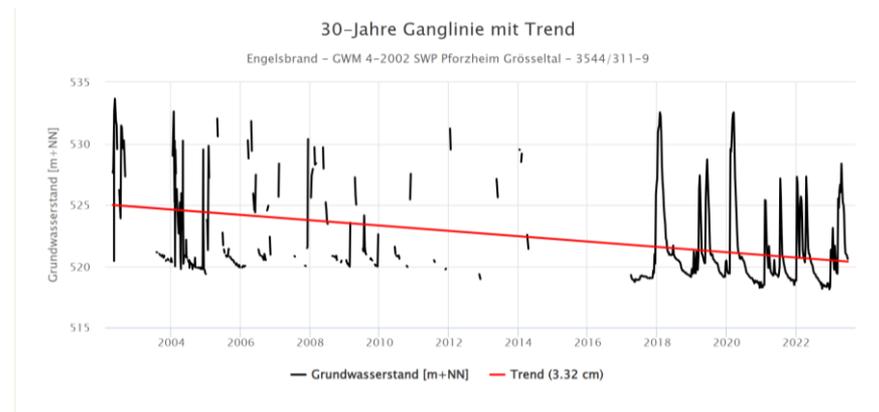
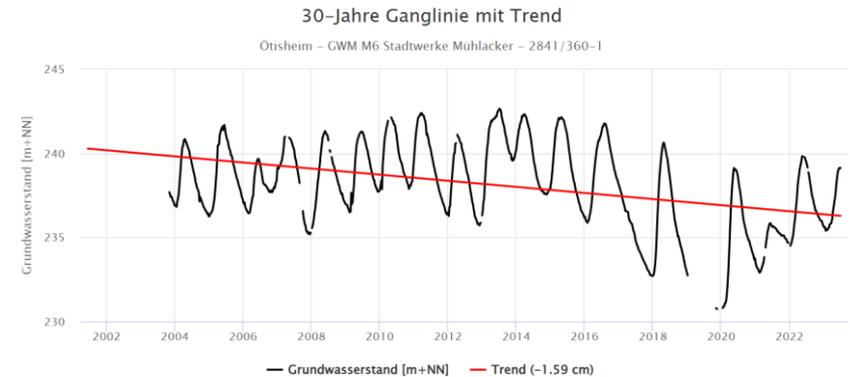
- Rückgang Niederschläge um ca. 9 % (2011-2015 vgl. zu 1951-2010)
- Rückgang Grundwasserneubildung 2011-2020 um 16 % (vgl. zu 1951-2010)
- Stark unterdurchschnittliche Grundwasserneubildung seit 2002
- Projektion WETTREG2010: Rückgang bis 2050 um 24,8 % (vgl. zu 1981-2010) ...
- ... Rückgang bis 2100 um 45,5 %
- Verschlechterung Wasserqualität
 - Schlechtere Filterwirkung Boden, Anstieg Temperatur Boden & Leitungen



Quelle: Gudera, Thomas – Klimawandel in Baden-Württemberg. Ist eine Veränderung des nutzbaren Grundwasserdargebots zu erwarten?

Auswirkungen auf die Wasserversorgung

- Rückgang Quellschüttungen
 - Sinkende Pegel
 - Lokal ggf. Gefährdung der Versorgungssicherheit
- Akuter Handlungsbedarf



Quelle: LUBW, Grundwasserstände und Quellschüttungen

Auswirkungen auf die Wasserversorgung

Ba-Wü wird keine
aride Steppe
werden ...

... wird aber vermehrt
(v.a. periodische)
Trockenheit erleben

Es wird verstärkt zu
Nutzungskonflikten und
„Verteilungskämpfen“ kommen

→ Vom „Freien Gut“ zum „Knappen Gut“

Struktur Wasserversorgung in BaWü

- Sehr kleinteilig – über 1300 VU (2010)
- Zu über 90 % in öffentlicher Hand
- i.d.R. kleine Versorgungsgebiete, nur 20 % liefern $>1 \text{ Mio m}^3/\text{a}$
- Gewinnung zu 75 % aus Grundwasser, 25 % Oberflächenwasser
- Fraglich, ob erforderliche Anpassungen aus eigener Kraft schaffbar
- Mehr Verbände nötig



<https://www.bkz.de/nachrichten/fuer-sichere-wasserversorgung-im-murrtael-150936.html>

Masterplan Wasserversorgung BaWü

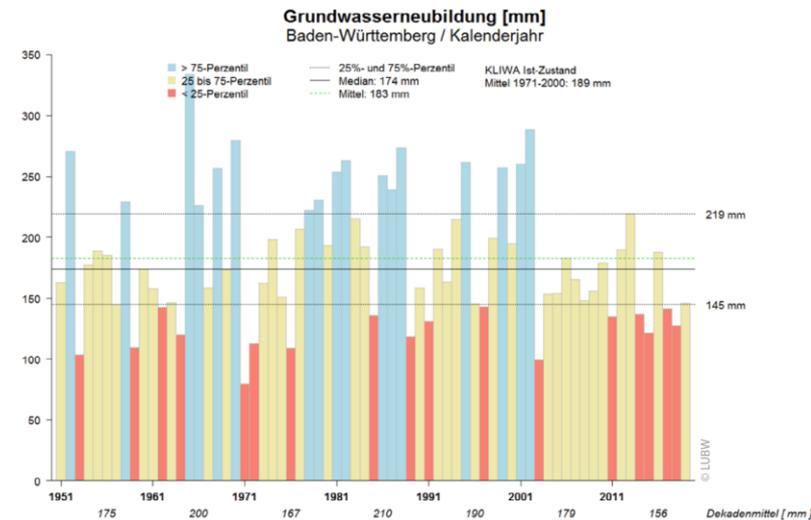
- Betrachtungsebene: Landkreise
- Zeithorizont: 2050
- Grundannahme: Rückgang aller Quellschüttungen/Brunnenergiebigkeiten um 25 %



<https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/wasser/wasserversorgung>

Auswirkungen auf die Wasserversorgung

- Rückgang Niederschläge um ca. 9 % (2011-2015 vgl. zu 1951-2010)
- Rückgang Grundwasserneubildung 2011-2020 um 16 % (vgl. zu 1951-2010)
- Stark unterdurchschnittliche Grundwasserneubildung seit 2002
- Projektion WETTREG2010: Rückgang bis 2050 um 24,8 % (vgl. zu 1981-2010) ...
- ... Rückgang bis 2100 um 45,5 %
- Verschlechterung Wasserqualität



Quelle: Gudera, Thomas – Klimawandel in Baden-Württemberg. Ist eine Veränderung des nutzbaren Grundwasserdargebots zu erwarten?

Masterplan Wasserversorgung BaWü

- Betrachtungsebene: Landkreise
- Zeithorizont: 2050
- Grundannahme: Rückgang aller Quellschüttungen/Brunnen-ergiebigkeiten um 25 %
- Ziel: Gutachten für alle 35 Landkreise + Stadtkreise
- Ansatz: Dezentrale Lösungen, Verbundnetze
- Vorgabe § 50 WHG: Wasserversorgung ist möglichst ortsnah zu decken



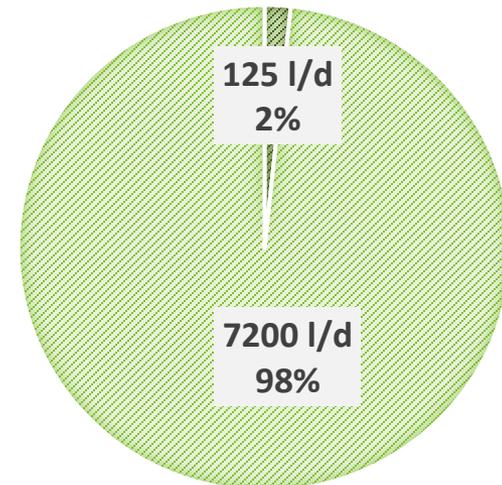
<https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/wasser/wasserversorgung>

Exkurs: Wasserverbrauch weltweit, „virtuelles Wasser“/Wasserfußabdruck

- indirekter Wasserverbrauch über Waren/Güter
- Wasserverbrauch bei LWS und Industrie
- Ca. 70 % des weltweiten Wasserverbrauchs für Bewässerung
 - Grünes Wasser (Niederschlag)
 - Blaues Wasser (Grundwasser/Oberflächenwasser)
 - Graues Wasser (nach Gebrauch verschmutzt/nicht mehr nutzbar)
- In D zu ca. 70 % importiertes Wasser

WASSERVERBRAUCH PRO KOPF UND TAG

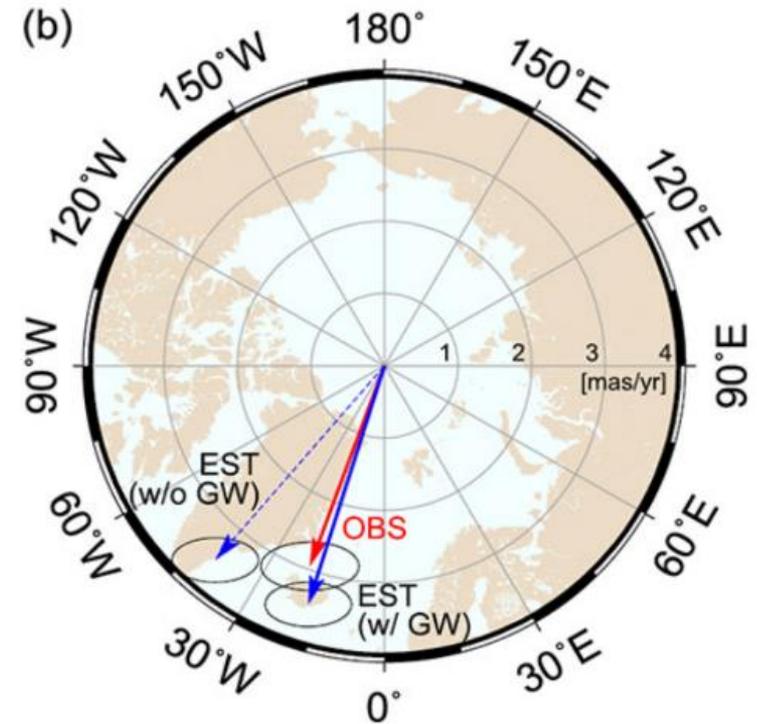
■ Wasserverbrauch Trinkwasser ■ Wasserfußabdruck



Quelle: eigene Darstellung nach Daten Umweltbundesamt (2022)

Exkurs: Wasserverbrauch weltweit, „virtuelles Wasser“/Wasserfußabdruck

- Von 1993 bis 2010 Rückgang des Grundwasserbestands um 2.150 Gigatonnen (=2.150.000.000.000 m³)
- Das 93-Fache des deutschen Jahresbedarfs (23.000.000.000 m³)
- Wasserentnahme verschiebt Erdachse – seit 1993 um 78,48 cm.
- „Umverteilung des Grundwassers...
 - ... trägt signifikant zum Anstieg der Meeresspiegel bei“
 - ... [ist] der zweitwichtigste Faktor bei der Polverschiebung“



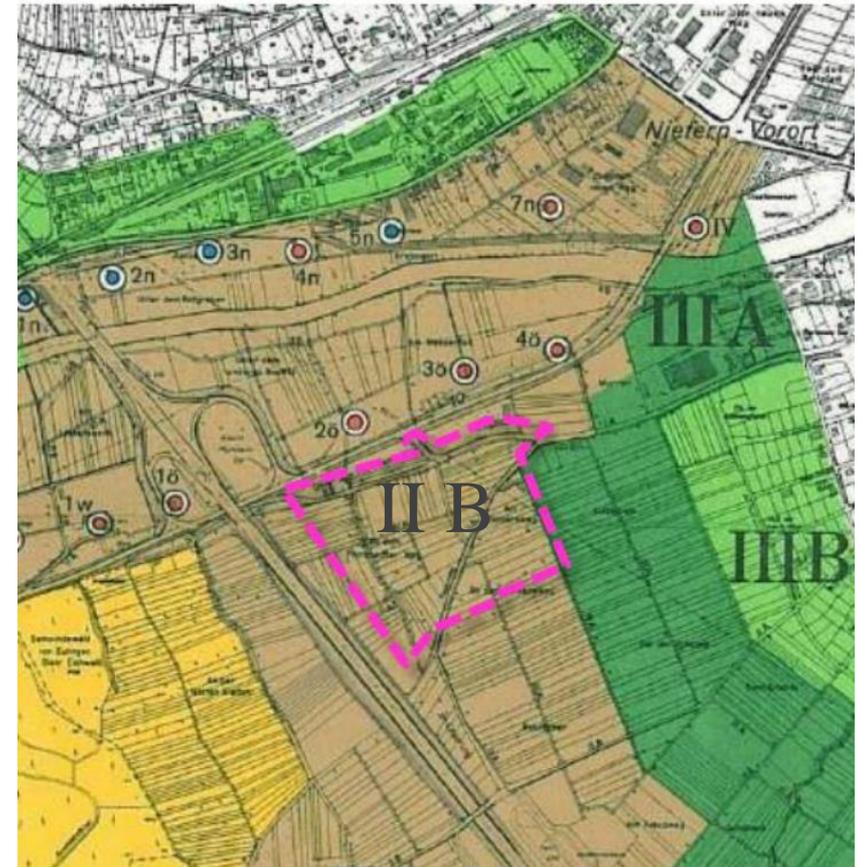
Quelle: Seo et al., Geophysical Research Letters (2023)

Gewerbegebiet Reisersweg I



Gewerbegebiet Reisersweg I

- Planung Gewerbegebiet in WSG Zone II
- Welche Auswirkungen sind zu erwarten?
- Wie ist die rechtliche Situation?



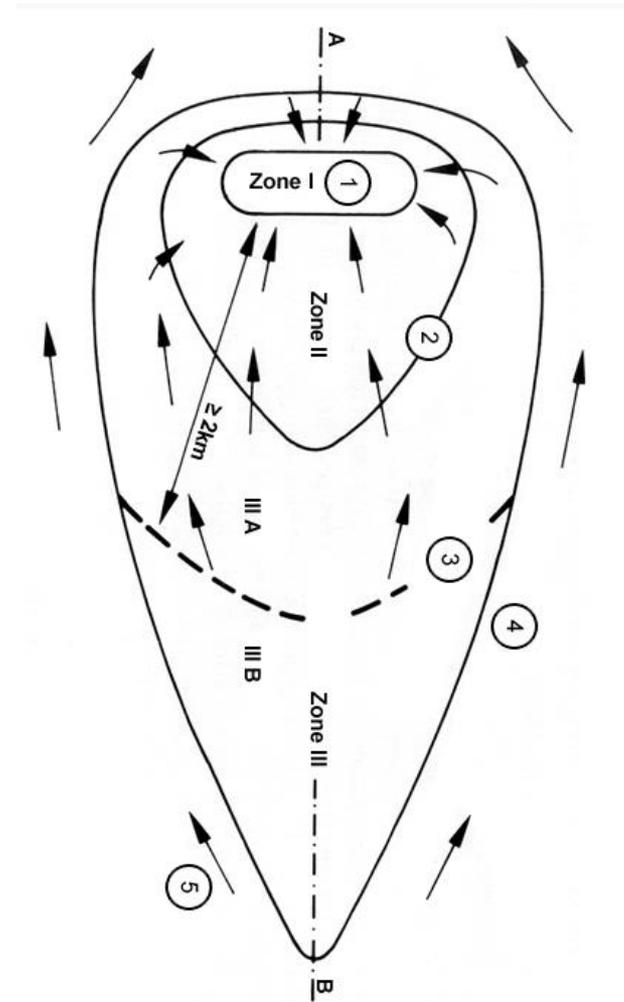
Einschub: Wasserschutzgebiete – Zone II

- Innerhalb der 50-Tages-Linie kein hinreichender Abbau / Verdünnung stofflicher Einträge

→ Erhebliche Nutzungseinschränkungen:

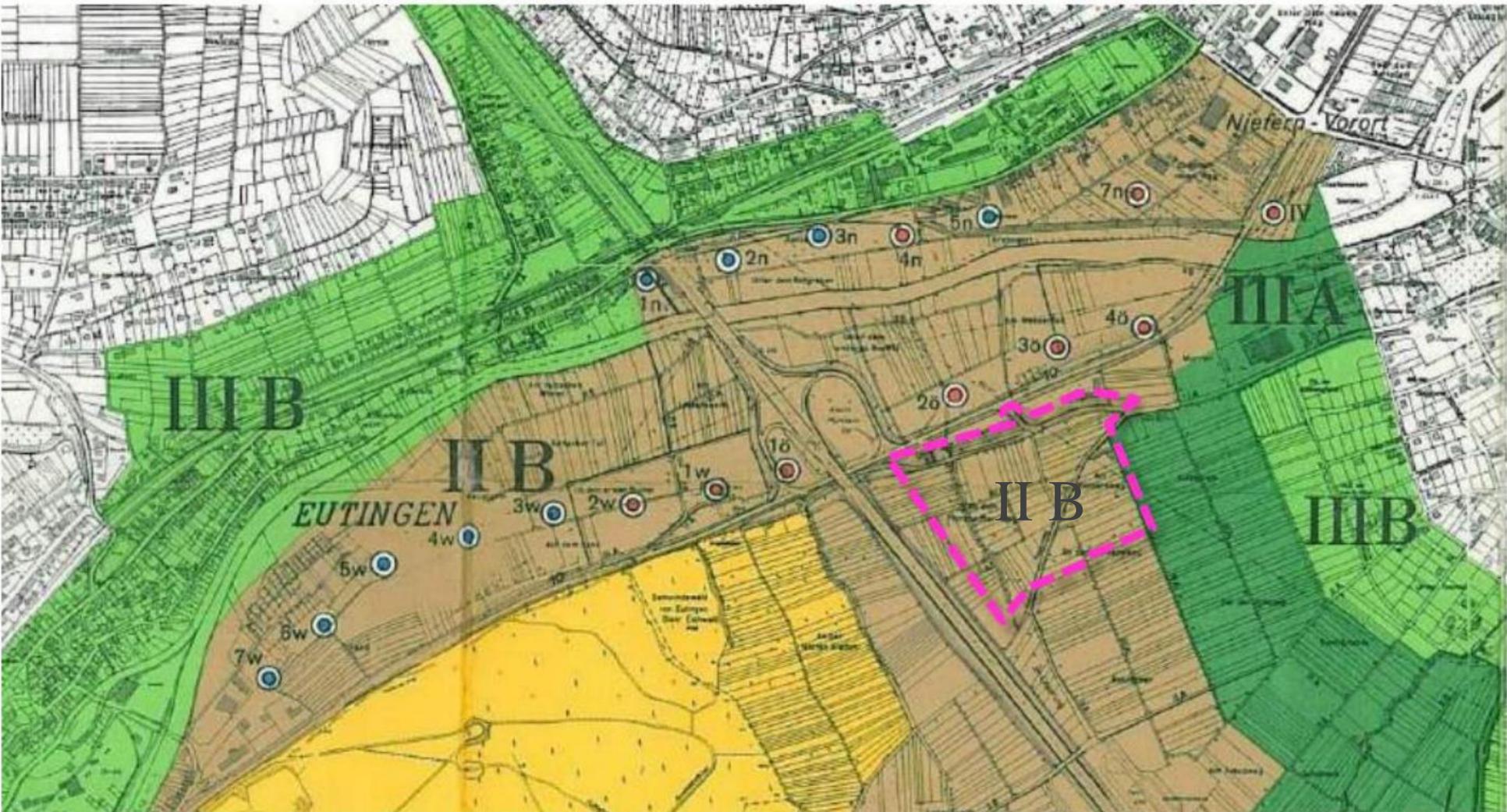
- Bodennutzung
- Landwirtschaft / Düngung
- Kein Straßenbau
- Keine Bebauung

→ Details legt die jeweilige Rechtsverordnung fest



<https://www.unitracc.de/know-how/fachbuecher/instandhaltung-von-kanalisationen/kanaele-in-wasserschutzgebieten--besondere-anforderungen-an-die-instandhaltung/definition-wasserschutzgebiet>

Gewerbegebiet Reisersweg I



Gewerbegebiet Reisersweg I

- Geplantes Gewerbegebiet mit 10,4 ha
- Weitere Erschließungen geplant
- Liegt vollständig in Zone II B des WSG „Unteres Enztal“
- WSG Unteres Enztal von zentraler Bedeutung für Versorgung der SWP (ca. 55 % des Eigenwassers), aber auch Zweckverband Eutingen und Niefern-Öschelbronn



Quelle: Planteil BP Reisersweg (2020)

Gewerbegebiet Reisersweg I

- Mächtigerere Deckschichten in II B
- mutmaßlich besserer Schutz des Grundwassers als II A
- Verbot neuer baulicher Anlagen, „sofern ihre Unbedenklichkeit für die Wasserfassungsanlagen nicht nachgewiesen ist“ „[Erlaubnis] im Einzelfall nach Untersuchung der Untergrundverhältnisse“

- Zwei zentrale Fragen
 - Besteht eine Gefährdung des Grundwassers?
 - Wie ist der Nachweis zu führen?



Quelle: Planteil BP Reisersweg (2020)

Qualitative Gefährdung des Grundwassers

● Ggf. stofflicher Eintrag in Grundwasser aus Gewerbegebiet:

- Mineralöle, Treibstoff, Lacke, Farben, Fäkalien, usw.

● Gutachten Gem. Niefern-Öschelbronn

- Sehr theoretischer Ansatz – berechnete Schutzfunktion
- Antwort: Schutzfunktion gegeben, v.a. weil Deckschichten nach oben abdichten
- An Stellen, wo Schutzschichten nicht gegeben sind, sollen diese künstlich geschaffen werden

Nach Hölting, B. u. a. (1955) S. 14/15 bzw. Mappe 3 der Hydrogeologischen Erkundung Baden-Württemberg, Enztal-Pforzheim, S. 35 ergibt sich die **Gesamtschutzfunktion der Böden und Gesteine** in der ungesättigten Zone oberhalb der Grundwasseroberfläche zu

$$S_g = (B + G_L \cdot M + G_F \cdot M) \cdot W + Q + D$$

wobei:

S_g = Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

W = Faktor für jährliche Sickerwassermenge

B = Bodenbewertungsfaktor für obersten Meter entsprechend nFK-Wert

G_L = Faktor für Lockergestein

G_F = Bewertungsfaktor für Festgestein, ($G_F = P_{\text{Gesteinsart}} \times F_{\text{Struktur}}$)

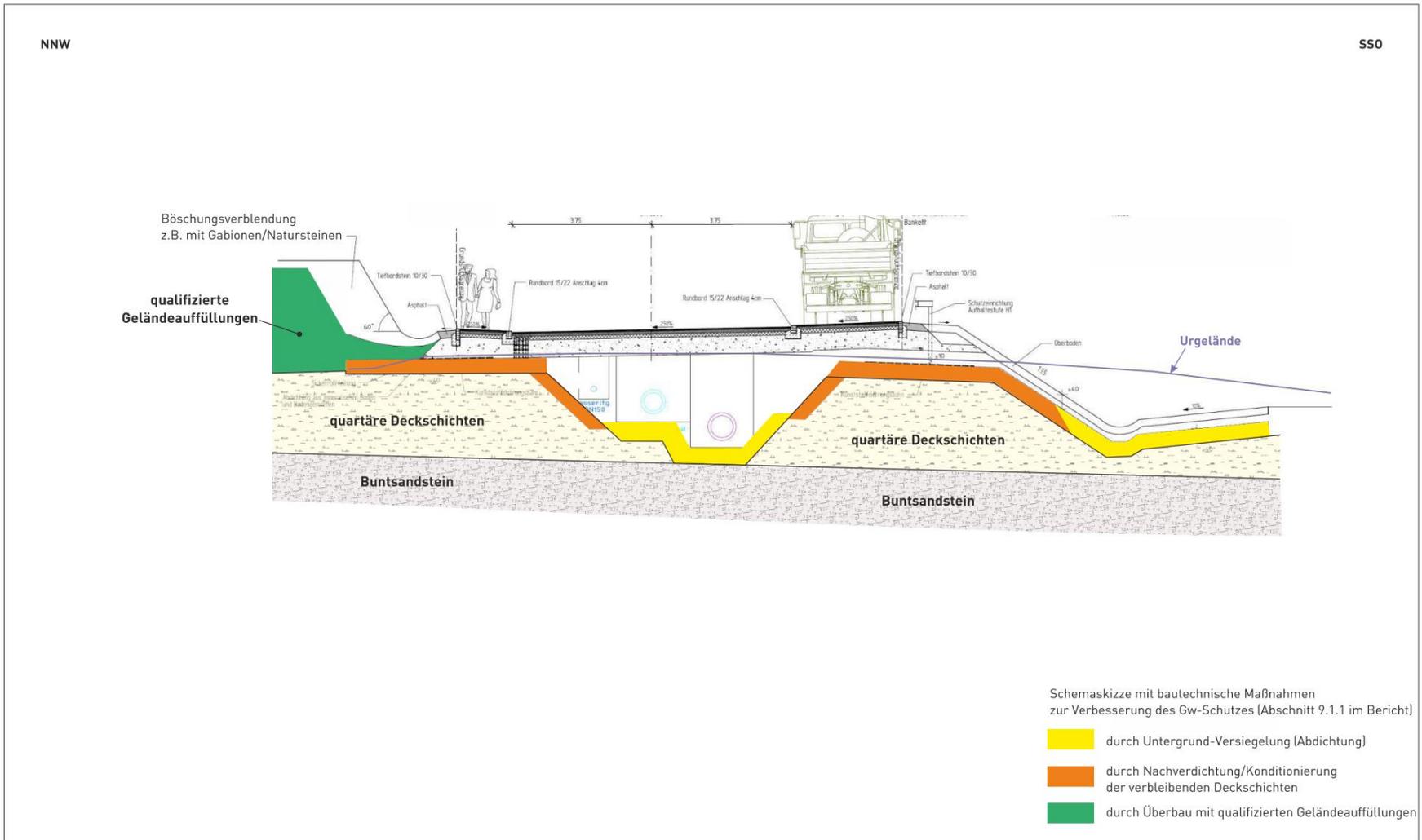
M = Mächtigkeit der Gesteine

Q = Schwebendes Grundwasser mit Quellaustritt

D = Zuschlag bei dauerhaft artesischen Druckverhältnissen von 1 500 Punkten, (entfällt hier)

Quelle: Planteil BP Reisersweg (2020)

Qualitative Gefährdung des Grundwassers



Baureifmachung mit Gw-Schutzmaßnahmen
Regelquerschnitt Erschließungsstraße

gez. ko/me
gepr. Bn

Maßstab
1:500

Quelle: Hydrogeologischer Bericht Gewerbegebiet „Reisersweg I“ von S & P, 2020

Qualitative Gefährdung des Grundwassers

- Ggf. stofflicher Eintrag in Grundwasser aus Gewerbegebiet
 - Mineralöle, Treibstoff, Lacke, Fäkalien u. a.
- Gutachten Gem. Niefern-Öschelbronn
- Gutachten für Stadtwerke Pforzheim
 - Praxisnaher Ansatz: Betrachtung vorliegender Rohwasserbeprobungen
 - Mikrobiologische Verunreinigungen in Brunnen in Zone IIB nachweisbar (u.a. Coliforme, E.coli)
 - Nachweis für Verunreinigung des GW durch Oberflächenwasser
 - Starkes Indiz für Durchgängigkeit der Deckschichten

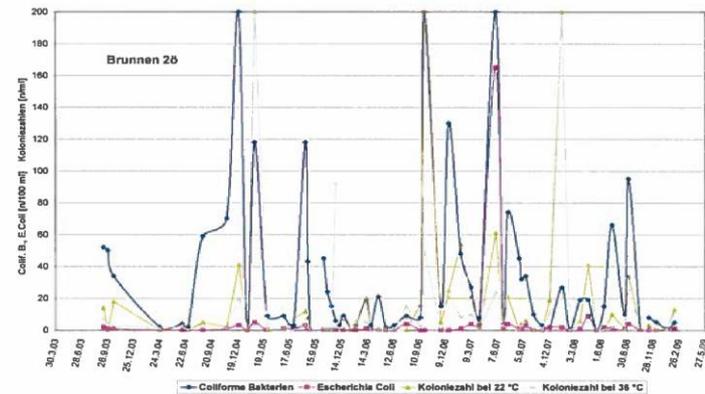
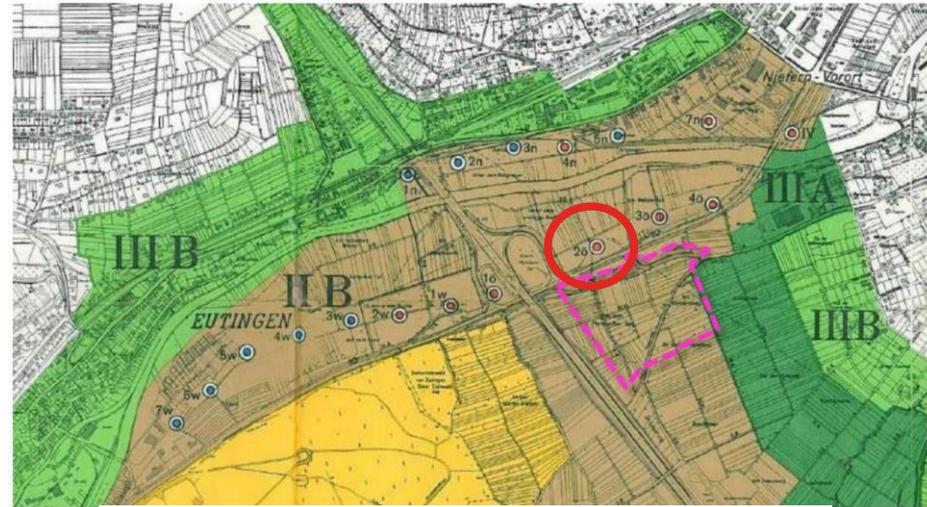


Abb. 5: Entwicklung der bakteriologischen Befunde in Brunnen 26 zwischen September 2003 und Februar 2009

Quelle: Fachtechnische Stellungnahme SWP (2009)

Qualitative Gefährdung des Grundwassers

- Gefährdung durch stofflichen Eintrag mindestens unklar, sogar wahrscheinlich
- zwingend nötig: Markierversuch / Tracermessung im Bereich Reisersweg I
- ... sowohl aus fachlicher Sicht
- ... als auch aus rechtlicher Sicht:
„[Erlaubnis] im Einzelfall nach Untersuchung der Untergrundverhältnisse“



<https://www.gbh-geoconsult.de/grundwasser/>

Quantitative Gefährdung des Grundwassers (Grundwasserneubildung)

- Beeinträchtigung der Grundwasserneubildung durch Flächenversiegelung
- Verstärkt durch spezielle Bauweise: Terrassierung, Abdichtung
 - nötig, um qualitativen Grundwasserschutz zu erreichen
 - Verschärft aber Problem der Quantität
- Größe Einzugsgebiet 3 km², davon Vollversiegelung 10,4 ha
 - Reduzierung der Grundwasserneubildung um ca. 3,5 %



Zusammenfassung Auswirkungen

- Eine qualitative Beeinträchtigung des Grundwassers ist möglich, sogar wahrscheinlich.
- Es fehlen belastbare Untersuchungen
 - Tracermessung
- Das Gewerbegebiet wird erhebliche Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung haben



Quelle: Planteil BP Reisersweg (2020)

Rechtliche Situation

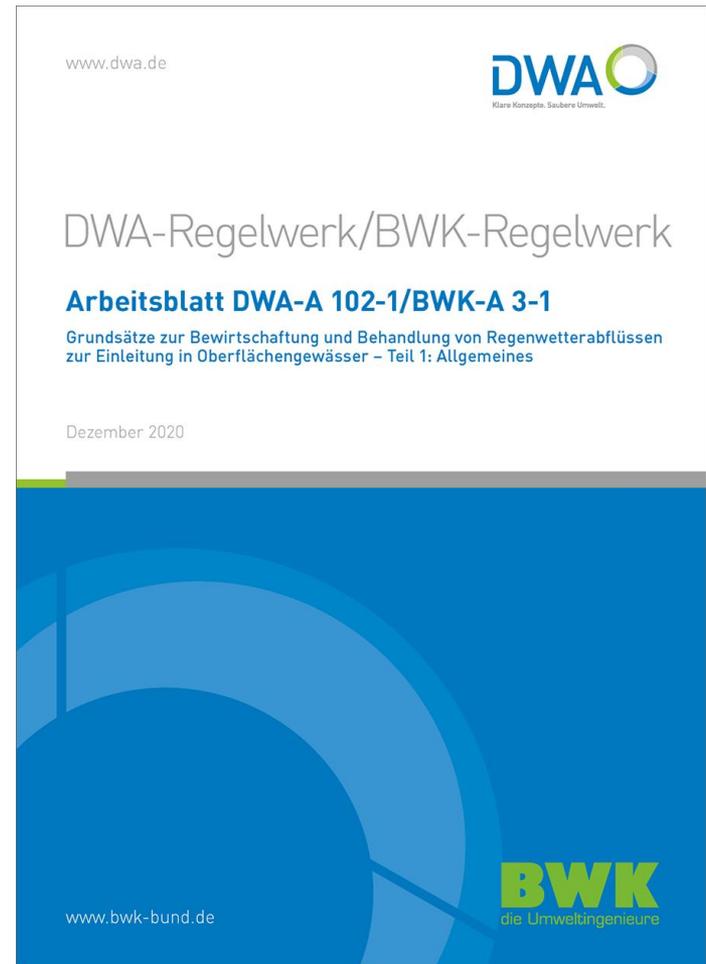
- Schutzgebietsverordnung stellt hohe Anforderungen, die (noch) nicht erfüllt sind
 - § 50 WHG: „Der Wasserbedarf der öffentlichen Wasserversorgung ist vorrangig aus ortsnahen Wasservorkommen zu decken“
 - Befreiungen von Vorgaben WSG möglich, wenn „überwiegende Gründe des Allgemeinwohls dies erfordern“
- Wasserversorgung („Daseinsvorsorge“ gem. § 50 WHG) überwiegt Gewerbegebiet



Quelle: Planteil BP Reisersweg (2020)

Zusammenfassung rechtliche Situation

- Rechtliche Hürden aus
 - Schutzgebietsverordnung
 - WHG (§ 50 ff)
 - BauGB
 - Vorgaben zum Stand der Technik nach DVGW W 101 und DWA-A 102
- voraussichtlich juristisch nicht durchsetzbar



https://de.dwa.de/de/regelwerk-news-volltext/DWA_A_102.html



Trinkwasserversorgung in Zeiten des Klimawandels und Flächenverbrauchs

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Quelle: deutschlandfunk.de

Quelle: dpa

Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland



FRIENDS OF THE EARTH GERMANY